

4. Моисеев Н.Н. Элементы теории оптимальных систем. – М.: Наука, 1995. – 127 с.
5. Энди Митчел. Пространственные модели и взаимосвязи. – К.: Еcom, 2000. – 179 с.

*Получено 06.06.2003*

УДК 621.436.03 – 531.6.001.5 + 629.113

А.Г.ЯЦЕНКО, И.В.ГРИЦУК, кандидаты техн. наук

*Донбасская государственная академия строительства и архитектуры, г.Макеевка*

## **ОГРАНИЧЕНИЕ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ РЕГУЛИРОВАНИЯ ТОПЛИВНОЙ АППАРАТУРЫ ДИЗЕЛЕЙ**

Рассматриваются основные причины повышения токсичности и дымности отработавших газов дизелей, влияние режимов работы автомобильных двигателей в эксплуатационных условиях на количество вредных выбросов. Приведены результаты разработки и использования при диагностировании и регулировании топливной аппаратуры дизелей электронного тахометра.

К основным задачам снижения токсичности и дымности дизелей входят разработки средств и методов регулирования, диагностирования и испытаний топливных насосов высокого давления и двигателей внутреннего сгорания в условиях эксплуатации, что соответствует приоритетному направлению «Экологически чистая энергетика и энергосберегающие технологии».

Количество вредных выбросов и соотношение между различными вредными веществами в отработавших газах автомобильных двигателей в большой степени определяются режимом работы двигателей в эксплуатационных условиях. Анализ исследований, проведенных разными авторами, показывает, что основными режимами работы автомобильных двигателей при движении автомобилей в населенных пунктах являются частичные нагрузочные и скоростные режимы. Наиболее часто используемая частота вращений двигателя составляет 40...70% номинальной [1]. Для автомобилей с дизелями при всережимном регулировании характерен режим полных нагрузок [2].

Широкое использование режимов малых нагрузок, самостоятельного и принудительного холостого хода является причиной повышенного выброса в атмосферу продуктов неполного сгорания. Работа дизеля в режимах холостого хода характеризуется увеличением выбросов оксида углерода и углеводородов и уменьшением выбросов оксидов азота. Значительное увеличение названных токсичных компонентов наблюдается при работе дизеля с нагрузками, близкими к полным. В исследованиях по влиянию режима работы на состав отработавших газов дизелей получены

разные результаты. В работе [3] отмечается, что в дизелях с турбонаддувом содержание оксида углерода и сажи в отработавших газах в переходном режиме в 8...10 раз выше, а содержание оксидов азота на 25...30% ниже по сравнению с работой на установившихся режимах. Для вихрекамерных дизелей без наддува содержание продуктов неполного сгорания в переходных режимах отличается от установившихся значительно меньше, хотя разница достигает 40...60 %.

В отличие от бензинового двигателя для дизеля не существуют пределы воспламеняемости, зависящие от состава смеси, так как коэффициент избытка воздуха у поверхности капелек распыленного топлива имеет высокие значения, а в центре капелек равен нулю. Поэтому для использования дизельных двигателей на транспорте важной задачей является ограничение вредных выбросов в атмосферу, так как в них смесь практически любого состава надежно воспламеняется за исключением тех случаев, когда вследствие значительного избытка топлива, подаваемого в цилиндр, и большой затраты тепла на его испарение температура в цилиндре оказывается ниже температуры самовоспламенения топлива. В дизелях смесеобразование осуществляется при неравномерном составе смеси и полнота сгорания топлива тем выше, чем больше поступает кислорода на единицу массы топлива,

Наиболее высокие энергетические показатели дизеля получают при составах смеси с  $\alpha=1,04...1,06$ . Однако как показывают опыт эксплуатации дизелей и исследования, при снижении  $\alpha$  ниже 1,30 не обеспечивается полное сгорание топлива и происходит интенсивное дымление. Длительная работа дизеля при таких условиях недопустима, так как она приводит не только к загрязнению окружающей среды, но и к нагарообразованию, закоксовыванию отверстий топливных форсунок, залеганию поршневых колец и перегреву клапанов.

Регулировка топливных насосов высокого давления на увеличенную цикловую подачу топлива вызывает повышенную дымность дизелей при работе с полной нагрузкой на установившихся и переходных режимах. При регулировке топливных насосов на автотранспортных предприятиях работы должны выполнять квалифицированные специалисты с использованием современных регулировочных стендов и диагностического оборудования. Особое внимание должно быть уделено равномерности топливоподачи секциями топливного насоса и величине цикловой подачи топлива.

Причиной повышенной дымности дизеля при полных нагрузках и высоких частотах вращения может быть неправильная настройка регулятора максимальной частоты вращения. Объясняется это тем, что при превышении номинальной частоты вращения, если цикловая подача

топлива не уменьшается, в цилиндрах дизеля топливо-воздушная смесь получается переобогащенной и дизель работает с дымлением. Поэтому при регулировке насосов на безмоторных стендах необходимо обращать внимание на то, чтобы подача топлива своевременно уменьшалась регулятором максимальной частоты вращения. Наряду с этим к увеличению дымности могут привести и другие неисправности топливо-подающей аппаратуры. Особенно сильно влияют закоксовывание отверстий распылителей форсунок, зависание игол форсунок, неправильная регулировка давления впрыска и др.

Часто встречающейся в условиях эксплуатации неисправностью является неправильная установка угла опережения впрыска. Проверка 36 автомобилей МАЗ-500 с двигателями ЯМЗ-236 [4] показала, что в 50% автомобилей отклонение угла опережения впрыска от оптимального составляло 4-6°. Неправильная установка угла опережения впрыска вызывает повышение дымности отработавших газов и массовые выбросы токсичных веществ. Угол опережения впрыска практически не влияет на выброс окиси углерода. Увеличение угла опережения впрыска приводит к значительному росту концентрации окислов азота – главного вредного компонента отработавших газов дизеля. Объясняется это повышением максимальной температуры в цилиндрах дизеля, определяющей, при наличии избыточного кислорода, интенсивность образования окислов азота. Таким образом, одним из методов снижения выброса основного токсичного компонента отработавших газов дизеля является уменьшение угла опережения впрыска. Однако такое изменение угла приводит к ухудшению показателей мощности и экономичности дизеля и возникновению дымного выхлопа вследствие увеличенного содержания сажи. Особенно интенсивное дымление наблюдается на высоких частотах вращения коленчатого вала при полной нагрузке.

Систематические проверки и регулировки топливной аппаратуры дизелей, своевременный ремонт основных узлов и деталей обеспечивают значительное снижение токсичных выбросов автомобилями в условиях эксплуатации и экономное расходование дизельного топлива [5].

В Донбасской государственной академии строительства и архитектуры на кафедре «Автомобили и автомобильное хозяйство» проводятся работы по созданию автоматических устройств и приставок к регуляторам прямого действия дизелей, а также средств для регулирования и диагностирования топливной аппаратуры дизелей в условиях эксплуатации. Одним из таких устройств является цифровой тахометр для измерения с большой точностью частоты вращения как топливного насоса

высокого давления, так и двигателя внутреннего сгорания при их испытаниях, диагностированиях и регулировках [6]. В общем виде прибор состоит из электронного частотомера (ЭЧ) и присоединенного к нему оптического датчика частоты вращения (ОД) /затвора/. В конструкцию ЭЧ входят задающий генератор образцовых импульсов, блок управления двумя группами счетчиков, сами счетчики, блок коммутации, блок управления индикаторами, блок индикации, преобразователь входных импульсов в аналоговый входной сигнал, блок управления. Блоки образуют единый автоматический прибор, который позволяет измерять частоту вращения исследуемого вала и получать показания для визуального наблюдения, для регистрации этих показаний с помощью осциллографа или другого прибора или для получения выходного управляющего сигнала для исполнительного устройства при использовании средств автоматизации или регулирования.

ОД состоит из источника инфракрасного света и приемника. Его работа основана на преобразовании промодулированного потока световых импульсов, частота прохождения которых пропорциональна скорости вращения.

ЭЧ работает в автоматическом режиме, при этом он запускает первый счетчик на подсчет (показания со второго счетчика выводятся на индикацию), переключает через следующий секундный импульс второй счетчик на подсчет, а первый – на индикацию, далее процесс продолжается сначала без вмешательства оператора. На блоке преобразования входных импульсов в аналоговый сигнал в это время получается напряжение, которое постоянно изменяется в соответствии с изменением частоты вращения исследуемого вала.

Для сравнения в таблице приводим характеристики этого прибора в сравнении с показателями прибора, который выпускается серийно (ЦАТ-3М).

Параметры тахометров

Параметры	Серийно выпускаемый тахометр ЦАТ-3М	Разработанный тахометр
1	2	3
Элементная база, серия	ТТЛ	КМОП
Диапазон измерения частоты вращения, мин <sup>-1</sup>	100 ... 10000	1 ... 10000
Период измерения, с	2	1
Кварцевый резонатор в генераторе образцовых меток, кГц	10	32,768
Амплитуда входных импульсных сигналов, В	2,5 ... 5,0	2,5 ... 12

1	2	3
Длительность считываемых импульсных сигналов, мкс	1,5	1,5
Полярность входного сигнала	положительный	положительный
Входное сопротивление не меньше, Ом	2000	47000
Время непрерывной работы, ч	8	круглосуточно
Готовность к работе с момента включения, мин	15	1
Электрическое питание прибора от сети переменного тока частотой, Гц	50±0,5%	50±0,5%
напряжением, В	220±0,2%	220+10%, 220-20%
Ошибка внутреннего генератора частоты, мс	2000±0,3	2000±0,1
Потребляемая мощность, не более, Вт	10	5
Контроль напряжений питания	нет	есть
Выход на регистрирующий прибор (шлейфовый осциллограф)	нет	есть
Выход на исполнительный прибор	нет	есть
Габаритные размеры, мм	225x270x200	195x280x80
Масса прибора не больше, кг	3,5	2,5
Ошибка измерения числа оборотов, мин <sup>-1</sup>		
а) при $V_x=100$ мин <sup>-1</sup> не больше, мин <sup>-1</sup>	±1,015	±1
б) при $V_x=10000$ мин <sup>-1</sup> не больше, мин <sup>-1</sup>	±2,5	±1,5

Дальнейшее совершенствование прибора позволит использовать его составные части в системах автоматического регулирования дизелей, в том числе для снижения вредных выбросов в процессе их работы.

Таким образом, разработанный прибор значительно превышает возможности существующего оборудования для проведения регулировок, диагностирования и испытаний топливных насосов высокого давления и двигателей внутреннего сгорания в условиях эксплуатации.

1. Снижение вредных выбросов автомобиля в эксплуатационных условиях / Гутаревич Ю.Ф. – К.: Вища школа, 1991. – 179 с.

2. Кутнев В.Ф., Арапов В.Ф. Уменьшение выброса вредных веществ двигателями грузовых автомобилей и автобусов. – М.: НИИНавтопром, 1979. – 74 с.

3. Новиков Л.А. Экспериментальное исследование токсичности и дымности отработавших газов дизелей на неустановившихся режимах // Современный уровень и пути совершенствования экон. и эколог. показателей двигателей внутр. сгорания: В 2 ч. – Ворошиловград, 1983. – Ч.2. – С.145.

4. Снижение токсичности выбросов при эксплуатации автомобиля / Гутаревич Ю.Ф., Климуш О.Д. и др. – К.: Техніка, 1981. – 88 с.

5. Камило П.М., Бей И.С., Ровенский А.И. Автомобиль и окружающая среда. – Харьков: Прапор, 2000. – 205 с.

6. Грицук І.В., Лісовий Є.П. Цифровий тахометр для випробування двигунів внутрішнього згорання / УГПІ.-Умань, 1997. – 15 с. - Деп. в УкрНИИНТИ 14.01.97, №61-Ук97.

*Получено 16.06.2003*

УДК 625.03

В.П.ШПАЧУК, д-р техн. наук, А.В.КОВАЛЕНКО

*Харьковская государственная академия городского хозяйства*

## **СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СТЫКОВ ТРАМВАЙНОГО ПУТИ**

Анализируются геометрические параметры стыковых неровностей рельсового пути типа "зазор – ступень вниз". Полученные статистические данные по доверительным интервалам применяются при расчёте доударной скорости колеса, ударного импульса и прогиба рельса в местах закрепления промежуточных упругих опор.

При рассмотрении вопросов взаимодействия подвижного состава и рельсового пути различают прежде всего изолированные и непрерывные неровности. Среди изолированных неровностей особое место занимают стыковые неровности [1, 2]. В настоящей статье рассматриваются изолированные стыковые неровности рельсового пути типа "зазор – ступень вниз". При этом определяются выборочные средние, несмещенные оценки среднего квадратического отклонения, строятся доверительные интервалы для генерального среднего геометрических параметров ( $\Delta$ ,  $h$  – ширины и высоты) стыка. Полученные данные позволяют установить параметры динамического ударного взаимодействия транспортного средства с рельсовым путем с учетом их геометрических параметров и механических характеристик и в конечном итоге разработать технические предложения по усилению проблемного участка пути, снижающие просадку и повышающие продолжительность его эксплуатации [2, 3].

Для статистического анализа геометрических параметров стыков анализируемого типа использована методика [4], которая этапизирована и адаптирована к рассматриваемому в задаче трамвайному пути через его геометрические параметры: ширину стыка  $\Delta$  и его высоту  $h$ , а также посредством допущения о статической независимости случайных величин  $\Delta$  и  $h$ . На практике принятое допущение является приемлемым, учитывая, что величины  $\Delta$  и  $h$  стыка с геометрической и механической точек зрения есть не что иное, как относительные координаты торцов соседних рельсов во взаимно-ортогональных направлениях.

Проведем расчет доверительных интервалов для генеральных